

DERWENT-ACC-NO: 2005-613737

DERWENT-WEEK: 200563

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Actuator e.g. micro ultrasonic wave linear
motor has vibrator placed on piezoelectric element,
comprising inclined projection portions, while resonant
frequency of element is set between resonant frequencies of
projection portions

INVENTOR: FRIEND, J; NAKAMURA, K ; UEBA, S

PATENT-ASSIGNEE: ZH RIKOGAKU SHINKOKAI [RIKON]

PRIORITY-DATA: 2004JP-0069184 (March 11, 2004)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 2005261080 A	September 22, 2005	N/A
011 H02N 002/00		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2005261080A	N/A	2004JP-0069184
March 11, 2004		

INT-CL (IPC): H02N002/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2005261080A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Actuator includes vibrator (13) placed on piezoelectric
element (11).
The top surface of vibrator comprises inclined projection portions
(13c,13d) on
which slider (15) is placed, while resonant frequency of
piezoelectric element
is set to value between resonance frequencies of projection portions.

USE - E.g. micro ultrasonic wave linear motor.

ADVANTAGE - Enables switching of moving direction of slider.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a front view of actuator.

(Drawing includes non-English language text).

piezoelectric element 11

vibrator 13

projection portions 13c,13d

slider 15

supports 17

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10

TITLE-TERMS: ACTUATE MICRO ULTRASONIC WAVE LINEAR MOTOR VIBRATION
PLACE

PIEZOELECTRIC ELEMENT COMPRISE INCLINE PROJECT PORTION
RESONANCE

FREQUENCY ELEMENT SET RESONANCE FREQUENCY PROJECT PORTION

DERWENT-CLASS: V06

EPI-CODES: V06-M06D1;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2005-503763

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-261080

(P2005-261080A)

(43) 公開日 平成17年9月22日(2005.9.22)

(51) Int.Cl.⁷

H02N 2/00

F 1

H02N 2/00

C

テーマコード (参考)

5H680

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2004-69184 (P2004-69184)
 (22) 出願日 平成16年3月11日 (2004.3.11)

(71) 出願人 899000013
 財団法人理工学振興会
 東京都目黒区大岡山2-12-1
 (74) 代理人 100072718
 弁理士 古谷 史旺
 (72) 発明者 ジェームズ フレンド
 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東
 京工業大学内
 (72) 発明者 中村 健太郎
 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東
 京工業大学内
 (72) 発明者 上羽 貞行
 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東
 京工業大学内

最終頁に続く

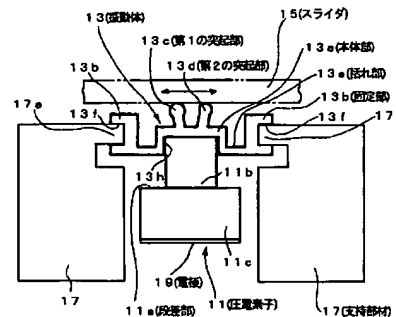
(54) 【発明の名称】 アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、圧電素子の振動により振動体を振動させ被駆動部材を駆動するアクチュエータに関し、単相励振による周波数変化で進行方向を切り換えることを目的とする。

【解決手段】 圧電素子の振動により振動体を振動させ、前記振動体の振動により被駆動部材を駆動するアクチュエータにおいて、前記振動体の前記被駆動部材側に、前記被駆動部材に接触し共振周波数の異なる第1の突起部および第2の突起部を、間隔を置いて逆向きに傾斜して形成するとともに、前記圧電素子の共振周波数を前記第1の突起部の共振周波数と前記第2の突起部の共振周波数との間の値にしてなることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電素子の振動により振動体を振動させ、前記振動体の振動により被駆動部材を駆動するアクチュエータにおいて、

前記振動体の前記被駆動部材側に、前記被駆動部材に接触し共振周波数の異なる第 1 の突起部および第 2 の突起部を、間隔を置いて逆向きに傾斜して形成するとともに、前記圧電素子の共振周波数を前記第 1 の突起部の共振周波数と前記第 2 の突起部の共振周波数との間の値にしてなることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】

請求項 1 記載のアクチュエータにおいて、

10

前記第 1 の突起部の共振周波数と前記第 2 の突起部の共振周波数を、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部の大きさを異ならせることにより異ならせてなることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載のアクチュエータにおいて、

前記第 1 の突起部と第 2 の突起部とを、外側に向けて傾斜して形成してなることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、

前記第 1 の突起部と第 2 の突起部の先端を、円弧状に形成してなることを特徴とするアクチュエータ。 20

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、

前記振動体は、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部が形成される本体部の両側に固定部を有し、前記本体部と前記固定部との間に括れ部が形成されていることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、

前記振動体は、導電性の金属からなり、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部が形成される本体部の両側に固定部を有し、前記固定部が導電性の支持部材に固定されていることを特徴とするアクチュエータ。 30

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、

前記圧電素子は、バルク圧電素子からなることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 8】

請求項 7 記載のアクチュエータにおいて、

前記圧電素子は、前記振動体側の断面積が小さい段差形状をしていることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、

40

前記アクチュエータは、マイクロ超音波リニアモータであり、前記被駆動部材が直線駆動されるスライダであることを特徴とするアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電素子の振動により振動体を振動させ被駆動部材を駆動するアクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、圧電素子の振動により振動体を振動させ被駆動部材を駆動する超音波リニアモータ 50

タとして、例えば、特開 2 0 0 3 - 1 8 0 0 9 1 号公報に開示されるものが知られている。

この超音波リニアモータでは、弾性体に 3 個の振動素子を取り付けられ、3 個の振動素子に周波数が同じで位相の異なる高周波電圧を印加することにより、被駆動体の駆動が行われる。

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 8 0 0 9 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

しかしながら、上述した超音波リニアモータでは、弾性体に 3 個の振動素子を取り付け、3 個の振動素子に周波数が同じで位相の異なる高周波電圧を印加して進行方向を切り換えているため、駆動回路が複雑になり、また、超音波リニアモータが大型化するという問題があった。 10

本発明は、かかる従来の問題を解決するためになされたもので、単相励振による周波数変化で進行方向を切り換えることができるアクチュエータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

請求項 1 のアクチュエータは、圧電素子の振動により振動体を振動させ、前記振動体の振動により被駆動部材を駆動するアクチュエータにおいて、前記振動体の前記被駆動部材側に、前記被駆動部材に接触し共振周波数の異なる第 1 の突起部および第 2 の突起部を、間隔を置いて逆向きに傾斜して形成するとともに、前記圧電素子の共振周波数を前記第 1 の突起部の共振周波数と前記第 2 の突起部の共振周波数との間の値にしてなることを特徴とする。 20

【0 0 0 5】

請求項 2 のアクチュエータは、請求項 1 記載のアクチュエータにおいて、前記第 1 の突起部の共振周波数と前記第 2 の突起部の共振周波数を、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部の大きさを異ならせることにより異ならせてなることを特徴とする。

請求項 3 のアクチュエータは、請求項 1 または請求項 2 記載のアクチュエータにおいて、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部とを、外側に向けて傾斜して形成してなることを特徴とする。 30

【0 0 0 6】

請求項 4 のアクチュエータは、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部の先端を、円弧状に形成してなることを特徴とする。

請求項 5 のアクチュエータは、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、前記振動体は、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部が形成される本体部の両側に固定部を有し、前記本体部と前記固定部との間に括れ部が形成されていることを特徴とする。

【0 0 0 7】

請求項 6 のアクチュエータは、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、前記振動体は、導電性の金属からなり、前記第 1 の突起部と第 2 の突起部が形成される本体部の両側に固定部を有し、前記固定部が導電性の支持部材に固定されていることを特徴とする。 40

請求項 7 のアクチュエータは、請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、前記圧電素子は、バルク圧電素子からなることを特徴とする。

【0 0 0 8】

請求項 8 のアクチュエータは、請求項 7 記載のアクチュエータにおいて、前記圧電素子は、前記振動体側の断面積が小さい段差形状をしていることを特徴とする。

請求項 9 のアクチュエータは、請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項記載のアクチュエータにおいて、前記アクチュエータは、マイクロ超音波リニアモータであり、前記被駆 50

動部材が直線駆動されるスライダであることを特徴とする。

【0009】

(作用)

請求項1のアクチュエータでは、例えば、第1の突起部の共振周波数が、第2の突起部の共振周波数より小さく設定される。そして、圧電素子を第1の突起部の共振周波数と圧電素子の共振周波数との間の駆動周波数で縦振動させると、第1の突起部にたわみ振動が生じ被駆動部材が第1の突起部側に向けて移動される。

【0010】

一方、圧電素子を第2の突起部の共振周波数と圧電素子の共振周波数との間の駆動周波数で縦振動させると、第2の突起部にたわみ振動が生じ被駆動部材が第2の突起部側に向けて移動される。 10

請求項2のアクチュエータでは、第1の突起部と第2の突起部の大きさを異ならせることにより、第1の突起部の共振周波数と第2の突起部の共振周波数とが異なるものにされる。

【0011】

請求項3のアクチュエータでは、外側に向けて傾斜される第1の突起部と第2の突起部に、被駆動部材が接触される。

請求項4のアクチュエータでは、円弧状に形成される第1の突起部と第2の突起部の先端に、被駆動部材が接触される。

請求項5のアクチュエータでは、第1の突起部と第2の突起部が形成される本体部の両側に、括れ部を介して、固定部が形成される。 20

【0012】

請求項6のアクチュエータでは、振動体および支持部材が導電性を有しており、圧電素子と支持部材との間に電圧が印加される。

請求項7のアクチュエータでは、圧電素子に、圧電薄膜より大きな電圧を印加可能なバルク圧電素子が使用される。

請求項8のアクチュエータでは、圧電素子が、振動体側の断面積が小さい段差形状とされている。

【0013】

請求項9のアクチュエータでは、マイクロ超音波リニアモータによりスライダが駆動される。 30

【発明の効果】

【0014】

請求項1のアクチュエータでは、振動体の被駆動部材側に、被駆動部材に接触し共振周波数の異なる第1の突起部および第2の突起部を間隔を置いて逆向きに傾斜して形成し、圧電素子の共振周波数を第1の突起部の共振周波数と第2の突起部の共振周波数との間の値にしたので、単相励振による周波数変化で進行方向を切り換えることができる。

請求項2のアクチュエータでは、第1の突起部と第2の突起部の大きさを異ならせて、第1の突起部の共振周波数と第2の突起部の共振周波数とを異ならせたので、共振周波数を容易、確実に異なるものにすることができる。 40

【0015】

請求項3のアクチュエータでは、第1の突起部と第2の突起部とを、外側に向けて傾斜して形成したので、被駆動部材への接触状態を安定したものにすることができる。

請求項4のアクチュエータでは、第1の突起部と第2の突起部の先端を円弧状に形成したので、第1の突起部と第2の突起部が変形した場合にも、被駆動部材への接触状態を一定に保つことができる。

【0016】

請求項5のアクチュエータでは、振動体の本体部と固定部との間に括れ部を形成したので、固定部を固定することにより生じる本体部の振動への影響を低減することができる。

請求項6のアクチュエータでは、振動体および支持部材を導電性の部材により形成した 50

ので、圧電素子と支持部材との間に電圧を印加することにより、アクチュエータを作動することができる。

【0017】

請求項7のアクチュエータでは、圧電素子に圧電薄膜を使用することなくバルク圧電素子を使用したもので、印加電圧を大きくすることが可能になり、これによりアクチュエータの出力を増大することができる。

請求項8のアクチュエータでは、圧電素子を振動体側の断面積が小さい段差形状にしたので、一次縦振動共振周波数を低く設定することができ、また、同じ印加電圧でより大きな振動速度を得ることができる。

【0018】

請求項9のアクチュエータでは、微細なマイクロ超音波リニアモータにより、微細なスライダを駆動することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態を図面を用いて詳細に説明する。

図1および図2は、本発明のアクチュエータの一実施形態を示している。

この実施形態のアクチュエータは、マイクロ超音波リニアモータであり、被駆動部材が直線駆動されるスライダとされている。

このアクチュエータは、圧電素子11と振動体13とを備えている。

【0020】

振動体13は、弾性を有する導電性の金属からなり、本体部13aの両側に固定部13bを有している。

振動体13の本体部13aには、被駆動部材であるスライダ15側に、第1の突起部13cおよび第2の突起部13dが間隔を置いて一体形成されている。第1の突起部13cおよび第2の突起部13dの先端は、スライダ15に接触されている。第1の突起部13cと第2の突起部13dの先端は、半径の異なる円弧状に形成されている。この実施形態では、第1の突起部13cの半径が第2の突起部13dの半径より大径とされ、第1の突起部13cの共振周波数 f_L が第2の突起部13dの共振周波数 f_R より低くされている。第1の突起部13cと第2の突起部13dは、対向して形成されており、外側に向けて傾斜して形成されている。

【0021】

振動体13の本体部13aと固定部13bとの間には、括れ部13eが形成されており、この括れ部13eにより本体部13aの振動への影響が低減されている。固定部13bの側面には、凹部13fが形成されている。この凹部13fには、例えば、厚さ1mmの隣青銅板からなる導電性の支持部材17の突出部17aが嵌合され、固定部13bが支持部材17に固定されている。

【0022】

圧電素子11は、バルク圧電素子11からなる。圧電素子11は、直方体状をしており、段差部11aにより小径部11bと大径部11cが形成されている。小径部11bの先端は、振動体13の本体部13aの第1の突起部13cと第2の突起部13dの反対側に形成される凹部13hに嵌挿され、例えば、エポキシ樹脂により接着されている。圧電素子11の共振周波数 f_{PZT} は、第1の突起部13cの共振周波数 f_L と第2の突起部13dの共振周波数 f_R との間の値にされている。圧電素子11の大径部11cの底面には、電極19が形成されている。そして、電圧が、この電極19と支持部材17の突出部17aとの間に印加される。

【0023】

なお、この実施形態では、スライダ15は、図示しない固定部材に固定されるボールを用いたリニアガイドにより案内されている。

上述したアクチュエータでは、図3に示すように、圧電素子11は一次縦振動モードで振動するが、その縦振動は振動体13の第1の突起部13cと第2の突起部13dの一次

10

20

30

40

50

たわみ振動に変換される。そして、圧電素子 11 に段差部 11a を設けたので、圧電素子 11 の一次縦振動共振周波数を低く設定し、同じ印加電圧でより大きい振動速度を得ることが可能である。圧電素子 11 の一次縦振動共振周波数は、圧電素子 11 の共振周波数 f_{PZT} にほぼ等しいが、第 1 の突起部 13c の共振周波数 f_L < 圧電素子 11 の共振周波数 f_{PZT} < 第 2 の突起部 13d の共振周波数 f_R となっている。これにより周波数制御でのスライダ 15 の移動方向の切り替えを可能にしている。

【0024】

図 4 は、上述したアクチュエータの動作原理を示している。

第 1 の突起部 13c の共振周波数 f_L と第 2 の突起部 13d の共振周波数 f_R のずれにより、第 1 の突起部 13c と第 2 の突起部 13d での縦振動およびたわみ振動の間には(a) 10 に示すような位相差が存在する。そして、(a) に示すように、 $f_L < f_1 < f_{PZT}$ である駆動周波数 f_1 では、第 1 の突起部 13c の 2 つの直交する振動の位相差が 90° となり、(c) に示すように、第 1 の突起部 13c の先端に楕円軌跡が生じる。

【0025】

一方、第 2 の突起部 13d では、2 つの振動の位相差が 90° より小さいこと、縦振動速度に対してたわみの振動速度が小さくなることより、ほぼ縦振動のみの直線軌跡となる。その結果、スライダ 15 には摩擦力によって、(c) に示すように、図の左方向の駆動力が生じる。

そして、 $f_{PZT} < f_2 < f_R$ である駆動周波数 f_2 では、第 2 の突起部 13d の 2 つの直交する振動の位相差が -90° となり、(d) に示すように、駆動周波数 f_1 の時とは反対方向の楕円軌跡を描く。一方、第 1 の突起部 13c では、駆動周波数 f_1 の時の第 2 の突起部 13d と同様にほぼ縦振動のみとなる。よって駆動周波数 f_2 ではスライダ 15 に、(d) 20 に示すように、図の右方向の駆動力が生じる。

【0026】

図 5 は、上述した振動体 13 および圧電素子 11 の詳細形状を示している。

この詳細形状は、有限要素解析を使用して、第 1 の突起部 13c の共振周波数 f_L < 圧電素子 11 の共振周波数 f_{PZT} < 第 2 の突起部 13d の共振周波数 f_R の条件を満たすような寸法に決定されている。ここで、圧電素子 11 の一次振動共振周波数の計算値は 532 kHz である。また、第 1 の突起部 13c の共振周波数 f_L を 507 kHz、第 2 の突起部 13d の共振周波数 f_R を 542 kHz とした。そして、振動体 13 の固定部 13b 30 についても本体部 13a への影響が少なくなるように寸法を決定した。図 5 に示す、 h , f , s , t , f , θ , Δr のパラメータについて寸法を変えて解析を行い、図中に示されるように各パラメータの値を決定した。なお、各寸法の単位は、 μm である。

【0027】

図 5 に示した寸法でアクチュエータを試作し、圧電素子 11 の電気端子のアドミタンスの周波数測定を行ったところ、560 kHz に共振があった。これが圧電素子 11 の一次共振であると思われる。また、770 kHz 付近に二次モードと思われる共振があった。

図 6 は、試作されたアクチュエータの第 1 の突起部 13c と第 2 の突起部 13d の振動速度の測定結果を示している。この測定は、レーザドップラ面内速度振動計を用いて行われた。圧電素子 11 への印加電圧は、100 V p-p であった。図 6 に示すように、55 40 0 kHz, 630 kHz, 780 kHz 付近で大きく振動しているのがわかる。なお、550 kHz 付近が目的とした振動と思われる。

【0028】

図 5 に示した寸法で試作されたアクチュエータの第 1 の突起部 13c および第 2 の突起部 13d を、図 1 に示したように、スライダ 15 に接触させて測定を行った。最大速度を得られた駆動周波数は、右方向が 522 kHz、左方向が 508 kHz であった。しかしながら、振動子単体で大きい振動速度が得られた 560 kHz, 630 kHz および 780 kHz 付近ではスライダ 15 は動かなかった。スライダ 15 の加圧により共振周波数がずれたためと思われる。

【0029】

50

図7および図8は、試作されたアクチュエータの右方向移動の推力および効率を示している。

スライダ15の移動速度測定には、フォトセンサを使用し、過渡応答測定結果を用いて推力、効率を計算した。右方向への移動で最大速度22.5 cm/s、最大推力168 mNを、左方向への移動で最大速度50 cm/s、最大推力9.2 mNを得ることができた。なお、図7および図8において、矢符は、スライダ15による加圧力を示している。

【0030】

上述したアクチュエータでは、振動体13のスライダ15側に、スライダ15に接触し共振周波数の異なる第1の突起部13cおよび第2の突起部13dを間隔を置いて逆向きに傾斜して形成し、圧電素子11の共振周波数 f_{PZT} を第1の突起部13cの共振周波数 f_L と第2の突起部13dの共振周波数 f_R との間の値にしたので、単相励振による周波数変化で進行方向を切り換えることができる。

10

【0031】

また、第1の突起部13cと第2の突起部13dの大きさを異ならせて、第1の突起部13cの共振周波数 f_L と第2の突起部13dの共振周波数 f_R とを異ならせたので、共振周波数を容易、確実に異なるものにすることができる。

そして、第1の突起部13cと第2の突起部13dとを、外側に向けて傾斜して形成したので、スライダ15への接触状態を安定したものにするすることができる。

【0032】

また、上述したアクチュエータでは、第1の突起部13cと第2の突起部13dの先端を円弧状に形成したので、第1の突起部13cと第2の突起部13dが変形した場合にも、スライダ15への接触状態を一定に保つことができる。

20

そして、上述したアクチュエータでは、振動体13の本体部13aと固定部13bとの間に括れ部13eを形成したので、固定部13bを固定することにより生じる本体部13aの振動への影響を低減することができる。

【0033】

また、振動体13および支持部材17を導電性の部材により形成したので、圧電素子11と支持部材17との間に電圧を印加することにより、アクチュエータを作動することができる。

そして、圧電素子11に圧電薄膜を使用することなくバルク圧電素子11を使用したので、印加電圧を大きくすることが可能になり、これによりアクチュエータの出力を増大することができる。

30

【0034】

さらに、上述したアクチュエータでは、圧電素子11を振動体13側の断面積が小さい段差形状にしたので、一次縦振動共振周波数を低く設定することができ、また、同じ印加電圧でより大きな振動速度を得ることができる。

なお、上述した実施形態では、第1の突起部13cの共振周波数 f_L と第2の突起部13dの共振周波数 f_R を、第1の突起部13cと第2の突起部13dの大きさを異ならせることにより異ならせた例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、例えば、第1の突起部と第2の突起部との材質等を異ならすことにより共振周波数を異ならせるようにしても良い。

40

【0035】

また、上述した実施形態では、第1の突起部13cと第2の突起部13dとを、外側に向けて傾斜して形成した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、第1の突起部と第2の突起部とを、内側に向けて傾斜して形成しても良い。

さらに、上述した実施形態では、圧電素子11にバルク圧電素子11を使用した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、例えば、圧電薄膜を使用しても良い。

【0036】

また、上述した実施形態では、圧電素子11の小径部11bを大径部11cに対して直

50

角状に接続した例について説明したが、例えば、図 9 に示すように、圧電素子 1 1 の小径部 1 1 b を大径部 1 1 c に対して円弧 r で接続することにより、応力集中を防止し圧電素子 1 1 の寿命を高めることができる。

そして、上述した実施形態では、本発明をマイクロ超音波リニアモータに適用した例について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、圧電素子を使用したアクチュエータに広く適用することができる。

【0037】

図 10 は、本発明を回転型モータに適用した例を示しており、円板、円柱、ボール等の回転体 2 1 に、第 1 の突起部 1 3 c および第 2 の突起部 1 3 d を押し当てることにより、回転体 2 1 を右回転および左回転することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図 1】 本発明のアクチュエータの一実施形態を示す正面図である。

【図 2】 図 1 の側面図である。

【図 3】 図 1 のアクチュエータの一次縦振動モードおよびたわみ振動を示す説明図である。

。

【図 4】 図 1 のアクチュエータの動作原理を示す説明図である。

【図 5】 図 1 のアクチュエータの詳細寸法を示す説明図である。

【図 6】 図 5 のアクチュエータの第 1 の突起部と第 2 の突起部の振動速度を示す説明図である。

20

【図 7】 図 5 のアクチュエータの推力を示す説明図である。

【図 8】 図 5 のアクチュエータの効率を示す説明図である。

【図 9】 圧電素子の他の例を示す説明図である。

【図 10】 本発明を回転型モータに適用した例を示す説明図である。

【符号の説明】

【0039】

1 1 圧電素子

1 1 a 段差部

1 1 b 小径部

1 1 c 大径部

30

1 3 振動体

1 3 a 本体部

1 3 b 固定部

1 3 c 第 1 の突起部

1 3 d 第 2 の突起部

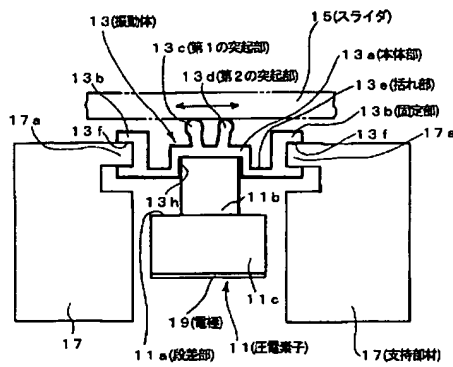
1 3 e 括れ部

1 5 スライダ

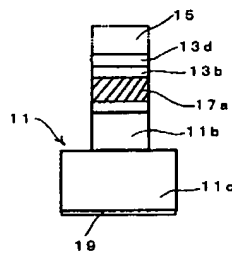
1 7 支持部材

1 9 電極

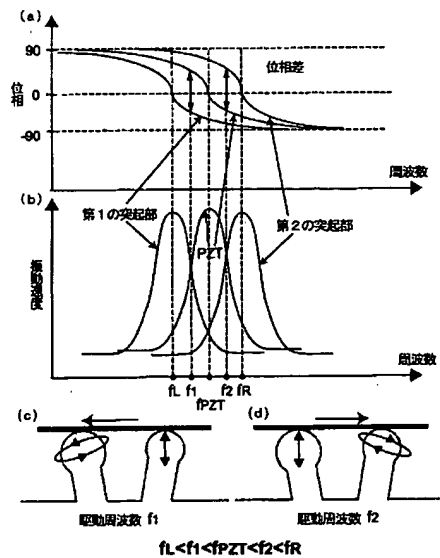
【図 1】



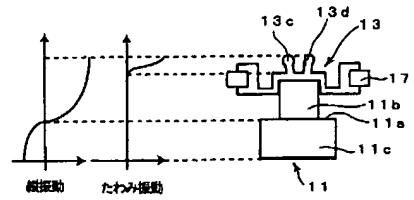
【図 2】



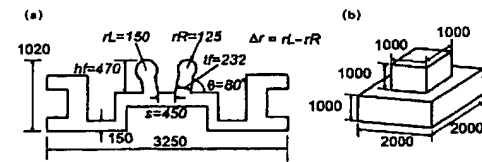
【図 4】



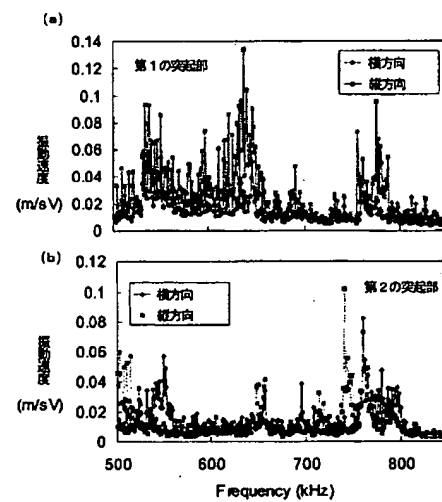
【図 3】



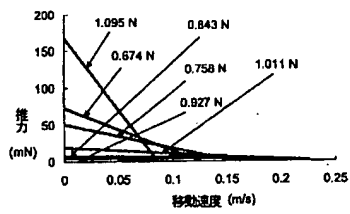
【図 5】



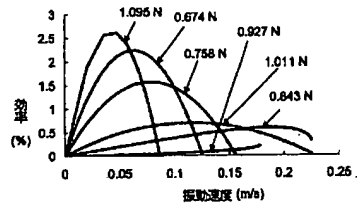
【図 6】



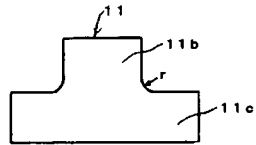
【図 7】



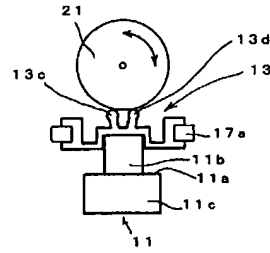
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H680 AA08 AA19 BB01 BB03 BB11 BB13 BB15 BB16 CC02 CC07
DD01 DD15 DD23 DD28 DD46 DD53 DD63 DD67 DD82 DD85
DD88 DD92 FF08 FF25 FF32 GG02 GG11 GG18 GG20